



## Programul de master Robotica și Automatizări

### Descrierea disciplinelor din planul de învățământ

#### **C11: Planificarea și conducerea automată a mișcării robotilor**

Obiectivul general al disciplinei este transferul de cunoștințe despre metodologia, principiile și soluțiile de implementare a planificării, conducerii automate și urmăririi mișcării robotilor, și aplicarea practică a cunoștințelor dobândite în programe software ce ghidează robotii industriali de-a lungul unor traiectorii complexe de mișcare în taskuri individuale sau colaborative robot-robot sau om-robot în care interacționează cu componente ale fluxului de materiale și cu mediul de lucru. Cursul prezintă principalele clase de brațe de roboți industriali: Cartezian, articulată verticală și SCARA; studenții sunt învățați să creeze, să editeze, să depaneze și să execute programe robot pentru mișcări libere și restricționate în mediu structurat, cu primitive de conducere dezvoltate prin tehnici de mișcare procedurală, prin construcții matematice și prin prelucrări de fișiere CAD. Se prezintă arhitecturi colaborative inter-robot de tip master-slave și protocoale de comunicație tolerante la defect. Studenții sunt învățați să proiecteze, să configureze, să programeze și să utilizeze controlere robot personalizate și sisteme software multi-tasking pentru structuri particulare, neconvenționale de manipulare: brațe multiple de roboți, brațe de robot fixate pe platforme mobile și manipulare redundante cu dexteritate înaltă. Studenții vor realiza lucrări de laborator cu sisteme reale de roboți industriali fabricați de ABB (Suedia) și Adept Technology (SUA), și vor învăța cum să îi configureze, instaleze, calibreze, instruiască și să îi programeze în limbajele V+ și RAPID utilizate în prezent pe scară largă în industrie. Va fi demonstrat modul de integrare a robotilor în aplicații noi, considerând aspecte de fezabilitate a traiectoriilor de mișcare cu evitarea de coliziuni, cu ajutorul unui simulator open source pentru roboți virtuali încorporat într-o celulă de fabricație digitală.

#### **C12: Comanda robotilor prin vedere artificială**

Obiectivul general al disciplinei este să prezinte principii, algoritmi de prelucrare a imaginilor și tehnici de implementare a sistemelor de vedere artificială 2D și 3D utilizate în fabricație, logistică și servicii: 1) comanda vizuală a mișcării robotilor (GVR), gestiunea fluxurilor de materiale în posturi de lucru, depozite și pe benzi transportoare (VMF); 2) măsurători și inspecție vizuală automată (AVI) a componentelor fluxurilor de materiale și a alinierii subansamblelor. Cursul analizează și explică principalele funcționalități ale sistemelor robot-vedere artificială: recunoașterea și localizarea obiectelor, crearea modelelor robot de prindere de obiecte, de evitarea coliziunilor și de calibrare precisă robot-scenă. Sunt introduse cele mai frecvent utilizate



principii de comanda vizuala a miscarii robotilor: 'Look-and-move' si 'Visual servoing' de la camere video 2D si sisteme 3D de imagistica fixe, privind in jos si de la camere video mobile 2D, montate pe bratul robotului, pentru interactiunea cu obiecte stationare si in miscare. Activitatile de laborator se desfasoara cu senzori industriali de imagini si camere video 2D si 3D, si utilizeaza tehnologii de iluminare care permit extragerea robusta, cu precizie a trasaturilor din imagini din scene fixe si mobile. Studentii vor invata sa configureze si sa instaleze camere virtuale in functie de scopul aplicatiei, de caracteristicile mediului de lucru si de particularitatile si modul de organizare ale fluxului de materiale in aplicatii de tip robot-vedere artificiala 2D si 3D: manipulare de obiecte, urmarirea vizuala a traiectoriilor de miscare, gestiunea depozitelor nestructurate de materiale, gestiunea componentelor in vrac din containere, si masuratori 2D si 3D de geometrie a pieselor.

### **C13: Mecatronica si ingineria fabricatiei**

Obiectivul general al disciplinei este prezentarea principalelor resurse de fabricatie (masini cu comanda numerica CNC, manipuloare, depozite de piese si mecanisme de preluare, palete, dispozitive de masura si actionare) si a controllerelor acestora. Studentii vor cunoaste principii functionale si moduri de operare ale dispozitivelor inteligente de masura si de executie utilizate in automatizari si robotica, precum si a fluxurilor de date specifice si a solutiilor de conducere digitala. Vor fi prezentate componentele principale ale sistemelor robot: articulatii, segmente, efectoare terminale, grippere, surse de alimentare, senzori de efort si de deplasare, transmisii, sisteme de actionare directa, si dispozitive de securitate si detectare a prezentei. Studentii vor cunoaste si vor fi capabili sa utilizeze metode si algoritmi pentru: conducerea automata eficienta a dispozitivelor din celule de fabricatie, detectarea si evitarea obstacolelor, transferul, calificarea si manipularea pieselor, diagnoza automata a resurselor si trasabilitatea produselor. Studentii vor intelege principiile prelucrării pieselor prin tehnici de indepartare de material (prin aschiere) cu masini CNC; ei se vor familiariza cu limbajul standard de programare ISO (cod G) pentru masini de frezat CNC 2<sup>1/2</sup>. Cunostintele teoretice dobandite la curs vor permite studentilor sa dezvolte aplicatii care vor fi integrate in proiecte de echipa.

### **E11: Sisteme incorporate pentru automatizari industriale**

Cursul transfera cunostinte specifice necesare proiectarii componentelor pentru microcontrolere și a sistemelor software de baza ale acestora (sistem de operare, utilitare, testare), si dezvoltarii de aplicatii de conducere automata a proceselor industriale, a sistemelor robot si de transport al fluxului de materiale, si a gestiunii a serviciilor asociate (logistica, livrare, stocuri). In particular, cursul prezinta cerinte de proiectare a microcontrolerelor, principii si tehnici de incorporare a inteligentei in entitati industriale specifice productiei (resurse, produse si comenzi), si solutii tehnice pentru interactiunea sistemelor de tip microcontroler cu mediul industrial conform tehnologiei 'edge computing'. Lucrarile practice de laborator sunt realizate cu familii de micro-



procesoare integrate utilizate în prezent pe scară largă în aplicații industriale (Intel MCS51, Microchip / Atmel AVR, Microchip PIC, Arduino IDE). Studentii vor învăța: principii și reguli de proiectare hardware; cum să configureze și să aleagă setul de elemente pentru microcontrolere și surse de alimentare electrică; etapele necesare proiectării, realizării și testării suportului – plăci de cablaj imprimat (PCB) și asamblării componentelor pe suport; considerații de proiectare a sistemelor software pentru microcontrolere, a protocoalelor de comunicație și de securitate și a sistemelor de operare în timp real specializate; tehnici de testare și depanare a aplicațiilor software pentru sisteme industriale conduse cu microcontrolere.

### **E12: Metode de învățare automată și aplicații**

Cursul transferă cunoștințe despre metode și tehnici de procesare a datelor, învățare automată și optimizare și aplicarea acestora pentru extragerea de informații din date în aplicații de conducere a proceselor industriale și în robotica. Obiectivele specifice ale disciplinei sunt: i) prezentarea tehnicilor și funcționalităților pentru învățarea automată; ii) formularea problemei învățării automate utilizând tehnici Big Data, relativ la: covarianța a metricilor, combinarea și alinierea temporală a datelor colectate, tehnicile map-reduce, analiza seriilor de timp și construcția modelelor (patterni); iii) crearea unui sistem capabil să extragă informații din date și să ia decizii optime; iv) prezentarea metodelor de învățare: supervizată / nesupervizată, consolidată, statistică, rețele neuronale și a tehnicilor de optimizare asociate. Aplicații ale conceptelor teoretice includ: clasificarea și clusterificarea de trasaturi, regresii, rețele neuronale recurente, optimizare și conducere automată, estimare, analiza similarităților, detectarea de deviații semnificative, grupări de apariții de evenimente și predicția. Aceste concepte și metode sunt exemplificate în aplicații industriale: optimizarea problemelor de planificare a sistemelor mari pe baza predicției costurilor de utilizare a resurselor, detectarea anomaliilor de stare și mentenanța predictivă a resurselor.

### **C21: Roboți mobili și conducere colectivă**

Acesta disciplină este destinată studiului roboților mobili și controlului lor colectiv, furnizând cunoștințele esențiale și algoritmi necesari pentru asigurarea autonomiei sistemelor de roboți mobili. Cursul dezvoltă construcții teoretice exemplificate prin studii de caz, oferind o bază largă și solidă de înțelegere, astfel încât conceptele abstracte în robotica mobilă să fie ușor de înțeles și de asimilat. Cursul acoperă subiecte de la modelarea matematică a mișcării pentru roboți mobili cu roți, localizarea și planificarea mișcării, algoritmi de conducere automată, până la controlul sistemelor cu mai mulți roboți. Pe parcursul cursului sunt prezentate exemple practice din viața reală pentru toate capitolele predate. După terminarea cursului, studentii vor înțelege în detaliu modul de funcționare a roboților mobili, aplicațiile specifice în care pot fi utilizați, și cum pot fi programați pentru a îndeplini anumite sarcini. Baza de calcul a acestui curs este MATLAB; vor fi utilizate toolbox-uri pentru roboți mobili (toolbox-ul MATLAB nativ și toolbox-ul open source Mobile Robotics realizat de Peter Corke). În plus studentii vor lucra la laborator cu senzori de



proximitate și contact, encodere pentru roți, sisteme de execuție, motoare și senzori de imagine și vor utiliza mediile software Python și ROS. Algoritmii de conducere automată vor fi implementați în lucrări de laborator pe roboți mobili - Khepera, Koala, e-puck și Kilobot.

## **C22: Sisteme Multi-Agent și programare**

Disciplina transferă cunoștințe referitoare la conceptele de agent autonom și sistem multi-agent (MAS) și la aplicarea acestora pentru modelarea și conducerea automată a sistemelor distribuite. Sunt analizate principalele medii de dezvoltare a aplicațiilor de sisteme multi-agent: JADE, Erlang, JACK, Netlogo, 3APL și arhitecturi informaționale pentru rularea de aplicații industriale, cât și metode și tehnici pentru replicarea datelor și redundanța informațiilor. Cursul asigură cunoașterea funcționalităților de bază ale agenților și analizează principiile de cooperare între agenți. Studenții vor învăța cum să dezvolte un sistem multi-agent și să selecteze o platformă pentru dezvoltarea de aplicații multi-agent; ei vor dobândi cunoștințe despre modul de utilizare a tehnologiilor multi-agent pentru rezolvarea de aplicații în domeniul controlului descentralizat al sistemelor de automatizări industriale și a sistemelor multi-robot. Cursul exemplifică principiile de distribuire a inteligenței cu ajutorul MAS în topologii heterarhice și semi-heterarhice de control automat al fabricației. Se prezintă moduri de realizare a conexiunii fizice-virtuale între entități fizice pentru fabricație (resurse, produse și comenzi de producție) și corespondenții lor informaționali – sisteme multi-agent. În cadrul activității de proiect sunt prezentate și verificate etapele proiectării de sisteme multi-agent pentru aplicații distribuite. Studenții vor realiza aplicații de conducere automată cu inteligență distribuită și de automatizare dirijată de produs, utilizând platforma software JADE pentru MAS integrată cu mediul de dezvoltare Eclipse.

## **C23: Inteligența Artificială în robotica**

Obiectivul general al cursului este prezentarea conceptelor, aspectelor teoretice, metodelor și tehnicilor utilizate în domeniul sistemelor de învățare inteligentă a roboților. Se realizează un transfer de cunoștințe despre detalii practice ale etapei de implementare a metodelor și tehnicilor enunțate. Cursul asigură o prezentare de ansamblu a temei învățării inteligente a roboților, care este apoi detaliată: i) înțelegerea conceptului de învățare prin consolidare - teorie și aspecte de implementare; ii) prezentarea metodei de programare prin demonstrație și extinderea conceptului pentru înțelegerea cunoștințelor de achiziție, recunoaștere a mișcărilor și primitive de mișcare; iii) analiza interacțiunii om-robot (învățare, antrenament) și a modificărilor în timp real ale traiectoriilor robotului; iv) prezentarea conceptului și a aspectelor de implementare a învățării kinestezice (prin demonstrație); v) analiza soluțiilor de detectare a coliziunilor la învățarea inteligentă a roboților. Vor fi prezentate tehnici de învățare a robotului prin gesturi manipulative, metode de analiză și recunoașterea gesturilor și algoritmi de interpretare a gesturilor. Cursul tratează și aspectele învățării aprofundate pentru operațiile roboților de apucare și de manipulare.



Cursul asigura cunostinte in domeniul Inteligentei Artificiale prin suport metodologic si solutii de implementare a invatarii inteligente robotilor bazate pe retele neurale, invatare fuzzy, algoritmi genetici cu exemple practice si module de programare genetica utilizate in robotii cu capacitati de auto-invatare. Activitatile practice de laborator folosesc Java si mediul de dezvoltare integrata IDE, cat si OpenCV pentru aplicatii de recunoastere, analiza si interpretare a gesturilor.

### **E21: Modele de fabricatie si servicii robot in cloud**

Obiectivul general al cursului este transferul de cunoștințe despre tehnologiile implicate în cloud computing și modul în care aceste tehnologii pot fi utilizate pentru a dezvolta sisteme si servicii cloud in fabricatie si robotica. Obiectivele specifice ale disciplinei: prezentarea caracteristicilor și facilităților cloud și modul în care cloud computing difera de alte soluții, de ex. grid computing, sisteme de calcul de inalta performanta, sisteme de înaltă disponibilitate sau sisteme virtualizate; prezentarea claselor principale de sisteme cloud: Infrastructura ca serviciu (IaaS), Platforma ca serviciu (PaaS) și Software ca serviciu (SaaS) cu funcțiile și avantajele lor; înțelegerea relațiilor dintre componentele cloud: a) Interfața cu Autoservire, b) Managerul pentru cereri de servicii, c) Motorul de automatizare a serviciilor, d) Managerul de generare a serviciilor, e) Catalogul de servicii; familiarizarea studentilor cu proiectarea, planificarea și instalarea infrastructurii cloud. Cursul analizeaza rolul interfeței de administrare în stabilirea și manipularea șabloanelor de definire a serviciilor și a planurilor de gestionare a serviciilor, cat și modul de utilizare a agenților software pentru implementarea automată. Studentii vor înțelege standardele care stau la baza sistemelor cloud și protocoalele utilizate pentru accesarea unui sistem cloud și pentru manipularea datelor, cu accent pe REST și MQTT. Studenții vor invata cum să creeze și să integreze servicii în cloud pentru a sprijini aplicatiile de robotica și fabricație: crearea și integrarea serviciilor software în cloud (pentru IaaS și SaaS), integrarea serviciilor cu aplicații robot sau aplicații care rulează în medii de fabricație. In cadrul activitatilor de laborator vor fi prezentate studii de caz pentru migrarea sarcinilor de lucru în cloud și discutate diferite aplicații industriale care beneficiază de capabilitatile infrastructurilor cloud. Studentii vor putea lucra cu diferite sisteme cloud și crea aplicații pentru acestea; ei vor studia probleme de securitate a sistemelor cloud pentru fabricatie și modul în care aceste vulnerabilități pot fi atenuate.

### **E22: Prelucrarea inteligenta a imaginilor**

Obiectivul general al acestui curs consta in explicarea principiilor, metodelor si solutiilor de implementare a sistemelor de prelucrare inteligenta a imaginilor cu aplicabilitate in industrie. Se prezinta solutii hardware si software pentru sisteme de vedere artificiala cu calculator. Cursul abordeaza metode ale invatarii automate pentru clasificare, detectare de deviatii, inspectie de calitate, analiza situațiilor și planificarea acțiunilor care permit automatizarea la nivel industrial. Studentilor li se prezinta algoritmi si tehnici de prelucrare a imaginilor medicale și probleme de imagistica pentru realitate augmentată (cu aplicabilitate in fabricatie, industria textila, agricultura



industrială și ingrijirea sănătății). În cadrul activităților de laborator studenții se vor familiariza cu diferite tipuri de camere video utilizate pentru prelucrarea imaginilor în aplicații industriale (camere cu termoviziune, scanere laser, dispozitive pentru realitate augmentată, etc.). Studenții vor lucra cu imagini achiziționate cu camere RGB, multi-spectrale, cu imagini medicale/video și cu imagini importate din fișiere, și vor dezvolta programe în OpenCV/OpenGL and C++ pentru procesarea imaginilor pe calculator. Aplicații tipice: analiza de textură, segmentare generală, extragere de trasaturi; utilizarea rețelelor neurale pentru clasificare, inspecție, detectare de erori și de caracteristici dinamice în serii de imagini (cu biblioteca Tensor Flow).

### **C31: Interacțiune naturală om-mășină**

Cursul prezintă cunoștințe specifice necesare pentru înțelegerea și aplicarea metodelor și conceptelor de interacțiune om-robot care pot asigura o colaborare productivă și sigură. Obiectivele specifice ale cursului sunt: familiarizarea cu concepte robotice generice precum senzori, efectori și aplicații de control; un studiu teoretic și practic privind modele de detectare și evitare a obstacolelor; detectarea comenzilor umane: detectarea gesturilor utilizată ca interfață naturală de interacțiune cu roboții; concepte, provocări și soluții în interacțiunea cu roboții; interacțiunea om-grup de roboți: beneficii și limitări. Laboratorul introduce sistemul de operare ROS (Robot Operating System) și simulatorul robot open source (V-REP pentru Webots). Activitățile practice exemplifică metode de interacțiune om-robot (tipuri de comenzi și complexitate, programarea prin demonstrație) și interacțiunea om-grup de roboți cu accent pe constientizarea situațiilor în raport cu nivelul de autonomie.

### **C32: Vehicule aeriene fără pilot**

Cursul furnizează cunoștințe specifice necesare pentru înțelegerea și aplicarea metodelor de planificare și conducere automată a mișcării pentru vehiculele aeriene fără pilot care lucrează într-un mediu complex (cu obstacole, restricții de comunicare) și în cadrul unui sistem eterogen (comunicare cu alte UAV-uri și senzori la sol). Obiectivele specifice sunt: cunoașterea noțiunilor asociate vehiculelor aeriene fără pilot (modelare, construcție etc.); înțelegerea strategiilor de planificare a mișcării (online versus offline), limitări de comunicație și de reglare; integrare într-un mediu eterogen (comunicare cu senzori la sol, integrare într-o rețea WSN – "wide sensor network"); înțelegerea rolului analizei de imagine (stabilizarea sarcinii utile, extragerea caracteristicilor dintr-o imagine); validarea simulării pentru aplicații inspirate din viața reală (din agricultura de precizie, supraveghere, operațiuni de căutare și salvare etc.).

### **C33: IoT industrial și integrare Big Data**

În cadrul acestei discipline sunt prezentate metodologiile de procesare a datelor și arhitecturi de comunicație folosite în prezent pentru convergența noilor realizări din domeniul tehnologiei





informaționale (IT: IoT, Big Data, virtualizare în cloud și servicii Web) și al tehnologiilor operaționale de automatizare (OT: automate programabile, CNC, roboți industriali, SCADA). Obiectivele specifice ale cursului sunt: cunoașterea contextului în care are loc evoluția paralelă a tehnologiilor IT și OT privind accesul la date 'industriale'; înțelegerea necesității conectivității IT-OT și explicarea metodelor care facilitează această conectivitate; prezentarea standardelor și protocoalelor de comunicație în Internet-ul Industrial al Lucrurilor (IIoT) și a direcțiilor în care acestea evoluează – unificare, securitate și înaltă disponibilitate; descrierea mijloacelor tehnice pentru gestiunea volumelor mari de date achiziționate de la senzori și a modului în care aceste date sunt prelucrate eficient (prin tehnologii big data specifice). Cursul analizează posibilități de descentralizare și de distribuție a prelucrării datelor pe nivelul periferic al sistemelor ierarhizate de conducere a proceselor industriale (de exemplu sistemele cyber-fizice de producție - CPPS) utilizând tehnologia 'edge computing'. Laboratorul oferă studenților posibilitatea de a lucra cu circuite și platforme fizice IIoT: interfatarea procesoarelor Raspberry Pi cu senzori și elemente de execuție, programarea interfeței software pentru integrare cu server MQTT, lucrul cu kit-ul de dezvoltare STM P-NUCLEO-WB55 bazat pe arhitectura de microcontroler ARM Cortex M4F, experimentări cu standardul de comunicație radio 802.15.4, cu modulul radio LoRa RFM95W, și cu 'puntea' LoRa to Internet – LoraWAN.

### **E31: Roboți în aplicații industriale**

Obiectivul general al cursului este de a transfera cunoștințe despre integrarea roboților industriali în structuri industriale existente, pentru a adăuga noi capacități de producție sau pentru a spori producția. Cursul va discuta despre indicatori de performanță cheie (KPI) din liniile de producție și tehnicile utilizate pentru îmbunătățirea acestora, standardele privind integrarea robot-automat programabil (PLC), instalarea robotului și siguranța. Obiectivele specifice sunt: a) familiarizarea studenților cu: standardele și procedurile pentru instalarea roboților într-un spațiu de producție, standardele de cablare pentru alimentarea electrică, aer comprimat, conectivitatea în rețea și mediul semnalelor de I/E; b) prezentarea cerințelor și restricțiilor pentru dezvoltarea aplicațiilor industriale folosind roboți: restricții ale spațiului de lucru, restricții de siguranță, restricții privind timpul de ciclu și cerințe privind standardele de integrare; c) prezentarea metodologiei de selectare a tipului de robot și a opțiunilor controller-ului pentru aplicații industriale în funcție de: funcționalitățile impuse, sarcina utilă considerată, viteza robotului, cerințele de comunicație și complexitatea aplicației; d) înțelegerea: metodologiei pentru a dezvolta aplicații robotizate sigure și procesul de optimizare a sarcinilor de lucru, a implicațiilor referitoare la timpul de ciclu și calitatea produsului final, și a implicațiilor asupra duratei de viață a robotului. Studenții vor cunoaște: programele de întreținere a roboților industriali, operațiunile care trebuie executate, intervalele de timp pentru mentenanța și planificarea ferestrelor de întreținere într-un mediu de producție. Ei vor înțelege metodele de definire și optimizare a traiectoriei robotului pentru a evita forțarea articulațiilor robotului, schimbările rapide de direcție în timpul mișcării sau accelerații puternice. Studenții vor învăța cum să integreze sistemele de vedere artificială cu roboți



industriali pentru ghidarea și controlul vizual al robotilor, si cum să creeze aplicații robuste integrate cu framework-uri de siguranță (de tip PROMIA). Laboratorul prezenta un numar de studii de caz pentru aplicații ce folosesc roboți industriali și discuta provocările și soluțiile pentru cazuri particulare; se lucreaza cu diferite sisteme robot industriale și cu simulatoare robot.

### **E33: Sisteme de fabricatie inteligente**

Cursul transferă cunoștințe despre conceptul de control inteligent la nivel înalt al structurilor de producție la nivel de lot de fabricatie, cu accent pe modul în care sunt implementate sisteme de conducere hibride centralizate-descentralizate. Sunt abordate probleme ale conducerii digitale a sistemelor de fabricatie: functiile si organizarea proceselor de conducere de pe nivelul inalt MES (Manufacturing Execution System); paradigma fabricatiei holonice: holoni si holarhii, modele de conducere automata, topologii informationale semi-heterarhice, optimizarea si adaptarea la realitate in MES holonice (HMES); planificatorul de sistem si optimizarea globala la nivel de lot de productie; modelul Cloud Manufacturing (CMfg) si analiza comparativa cu cloud computing; sisteme cyber-fizice de productie (CPPS): organizare, functii, instrumentare si principiul 'plug-and-produce'; utilizarea tehnicilor de invatare automata (ML) pentru planificarea comenzilor de produse cu alocarea resurselor pe baza costurilor previzionate de utilizare, si pentru mentenanta predictiva a resurselor a resurselor; conceptul Industry 4.0 si cadrul de implementare bazat pe tehnologiile IoT Industrial, edge computing si digital twin. Laboratorul ofera studentilor posibilitatea de a dobandi experienta practica lucrând cu o platforma reala de fabricatie in cloud cu 6 statii de lucru multi-robot, masini unelte CNC, conveyor in bucla inchisa si putere de calcul incorporata pe durata fabricatiei in produse inteligente

### **Cercetare științifică și practică (sem. I, II, III)**

Obiectivele acestei discipline care este replicata pe trei semestre constau in instruirea si formarea tinerilor cercetatori in domeniul ingineriei sistemelor, in sprijinirea studenților masteranzi pentru elaborarea adecvată a proiectelor de cercetare si in diseminarea rezultatelor obtinute. In cadrul disciplinei se prezinta principalele aspecte metodologice ale cercetarii stiintifica, dezvoltarii si inovarii (CDI): introducerea terminologiei specifice domeniului CDI, legatura dintre cercetare – dezvoltare si activitatea industriala, descrierea sistemului CDI romanesc in domeniul roboticii si automatizarii proceselor industriale; alegerea strategiilor, metodelor, tehnicilor si instrumentelor de elaborare si implementare a unui proiect de cercetare stiintifica; aplicarea in practica a cunostintelor, activitatilor si rezultatelor cercetarii stiintifice: tipologia cercetarii, metode de documentare si de colectare a datelor in cercetarea stiintifica, etapele unei cercetari stiintifice, planul de realizare a unui proiect de cercetare.





### **C41: Etica artificialului si probleme juridice in robotica**

Obiectivul general al acestui curs este acela de a furniza studenților elemente specifice care să le permită să înțeleagă și să abordeze aspecte etice, legale, definite la nivelul societății, în robotica și sisteme inteligente. Astfel, cursul are un aspect transdisciplinar, aspectele vizate de conținutul cursului adresându-se unei largi comunități: juriști, politicieni experți în științe sociale, diverse grupuri profesionale activând în domeniul roboticii. Principala perspectivă a cursului vizează în fundamentele sale aplicarea inteligenței umane în dezvoltarea sistemelor robot considerate ca entități artificiale etice. Obiectivele specifice sunt: Înțelegerea aspectelor etice în dezvoltarea sistemelor robot și a sistemelor inteligente de conducere considerate ca fiind artefacte artificiale create prin experiența umană; Prezentarea unei perspective inclusive asupra sistemelor robotice, în viziunea generală a Sistemelor Cyber Fizice (Cyber-Physical-Systems - CPS) și a Sistemelor Complexe (System of Systems - SoS), pentru a explica complexitatea; Înțelegerea aspectelor legate de etica artificialului utilizând elementele Inteligenței Artificiale, integrând fundamentele instituțiilor electronice; Înțelegerea dezvoltării etice în ingineria sistemelor robotice; Înțelegerea utilizării inteligenței computaționale în proiectarea sistemelor robotice.

### **C42: Cercetare stiintifica**

Disciplina furnizează suport studenților masteranzi pentru aplicarea cunoștințelor, activităților și rezultatelor cercetării științifice efectuate pe durata primelor trei semestre în vederea realizării lucrării de disertație. Temele de cercetare pentru disertație derivă din activitățile proiectelor de cercetare în derulare, coordonate de cadre didactice care predau în programul de master. Pentru fiecare temă se vor preciza obiective concrete și indicatorii de performanță care trebuie să fie realizați pe parcursul elaborării lucrării de disertație. Cadrele didactice titulare ale disciplinei propun teme de disertație care sunt aduse la cunoștința studenților. Alegerea temei de disertație se face de către student care dezvoltă și justifică soluții care corespund obiectivelor formulate, dezvoltă modelul funcțional, proiectează și implementează arhitectura de sistem, algoritmi și programele de conducere, utilizând tehnologii hardware și software inovatoare și eficiente.